

CZ.III OBLICZENIA STATYCZNE

- CZ.III/1 - ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ**
- CZ.III/2 – SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI STROPU W STANIE ISTNEJĄCYM**
- CZ.III/3 – SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI STROPU W STANIE PO WZMOCNIENIU**
- CZ.III/4 – KONSTRUKCJA STALOWEGO WZMOCNIENIA STROPU**

CZ.III/1 - ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ**1 STROP TARASU****1.1 OBCIĄŻENIA STROPÓW – STAŁE I ZMIENNE – STAN ISTNIEJĄCY** **STAŁE kN/m²**

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m ²]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m ²]
1	Płytki cer. 2.0cm	18.00	[kN/m ³]	0.020	0.36	1.2	0.44
2	Wylewka w spadku 6cm	20,00	[kN/m ²]	0.06	1.20	1.3	1.56
3	Wylewka w spadku 12cm	20.00	[kN/m ³]	(0.12)	(2.40)	1.3	(3.12)
4	tynk cem-wap gr.1.5cm	19,00	[kN/m ³]	0,015	0.29	1,3	0.38
5	Płyta wiórowo cem gr 5cm	5.00	kN/m ³]	0.05	0.25	1.2	0.30
				warstwy	g^k₁=2.10 (3.30)	1.28	g^d₁=2,70(4.30)
5	Płyta stropowa gr 12 cm	25.00	[kN/m ³]	0.12	3,00	1.1	3.30
				w-wy+strop	g^k₂=5.10 (6.30)	1,15	g^d₂=6.00 (7.60)

ZMIENNE - Użytkowe kN/m²

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	taras	2.00	[kN/m ²]	1.00	2.00	1.4	2.80
					p^k₂=2,00	1.4	p^d₂=2.80

ZMIENNE- Śnieg kN/m²

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	1.2 x 0.8=0.96	0,96	[kN/m ²]	1.00	0,96	1.5	1,44
					p^k₂=0,96	1.5	p^d₂=1,44

1.2 OBCIĄŻENIA STROPÓW – STAŁE I ZMIENNE – STAN PROJEKTOWANY **STAŁE kN/m²**

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m ²]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m ²]
1	Płytki cer. 2.0cm	18.00	[kN/m ³]	0.020	0.36	1.2	0.44
2	Wylewka w spadku 6cm	20.00	[kN/m ²]	0.06	1.20	1.3	1.56
3	Wylewka w spadku 12cm	20.00	[kN/m ³]	(0.12)	(2.40)	1.3	(3.12)
4	tynk cem-wap gr.1.5cm	19.00	[kN/m ³]	0,015	0.29	1,3	0.38
5	Płyta styropianowa gr 10cm	0.45	[kN/m ³]	0.10	0.05	1.2	0.06
6	Płyty GK na ruszcie	12.00	[kN/m ³]	0.012	0.16	1.2	0.20
				warstwy	g^k₁=2.10 (3.30)	1.28	g^d₁=2,70(4.30)
5	Płyta stropowa gr 12 cm	25.00	[kN/m ³]	0.12	3,00	1.1	3.30
				w-wy+strop	g^k₂=5.10 (6.30)	1,15	g^d₂=6.00 (7.60)

ZMIENNE kN/m²

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	taras	2.00	[kN/m ²]	1.00	2.00	1.4	2.80
					p^k₂=2,00	1.4	p^d₂=2.80

ZMIENNE- śnieg kN/m²

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	1.2 x 0.8=0.96	0,96	[kN/m ²]	1.00	0,96	1.5	1,44
					p^k₂=0,96	1.5	p^d₂=1,44

Wniosek: w stanie istniejącym i projektowanym ciężar stropu nie ulega zmianie.

CZ.III/2 STROPY – SPRAWDZENIE NOŚNOSCI W STANIE ISTNIEJĄCYM.**Wariant 1 – obciążenie własne + śnieg:**

1. Przyjęto do obliczeń:

1.1 same warstwy bez ciężaru stropu:

				warstwy	$g^k_1=2.10$ (3.30)	1.28	$g^d_1=2.70$ (4.30)
--	--	--	--	---------	---------------------	------	---------------------

1.2 warstwy + ciężar stropu

				w-wy+strop	$g^k_2=5.10$ (6.30)	1,15	$g^d_2=6.00$ (7.60)
--	--	--	--	------------	---------------------	------	---------------------

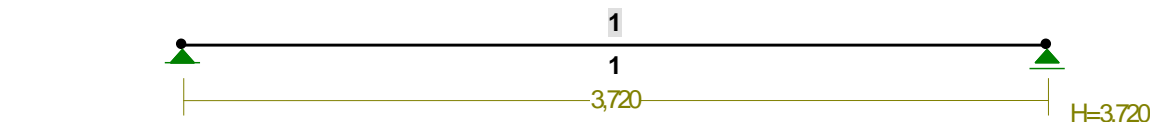
1.3 śnieg

1	1.2 x 0.8 = 0.96	0,96	[kN/m ²]	1.00	0,96	1.5	1,44
					$p^k_2=0,96$	1.5	$p^d_2=1,44$

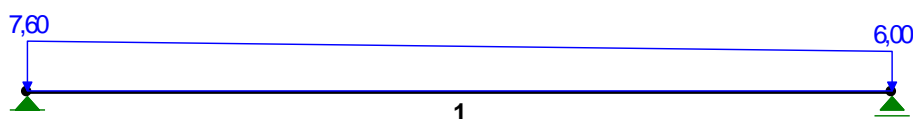
2. Schemat statyczny: $L_0=1.05 \times 3.55=3.72\text{m}$

NAZWA: CKP1_3

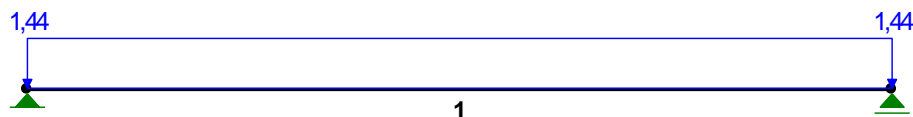
PRZEKROJE PRĘTÓW:



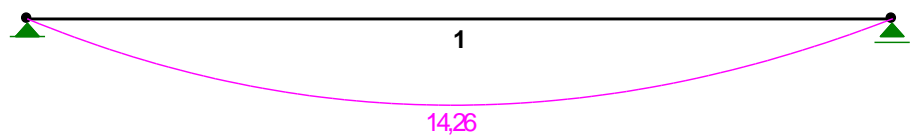
OBCIĄŻENIA: A-obciążenie strop + warstwy



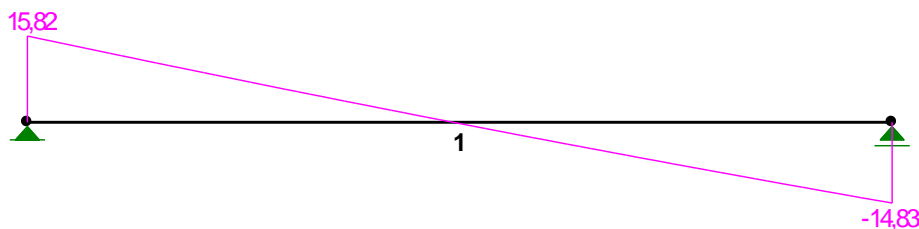
OBCIĄŻENIA: B-śnieg



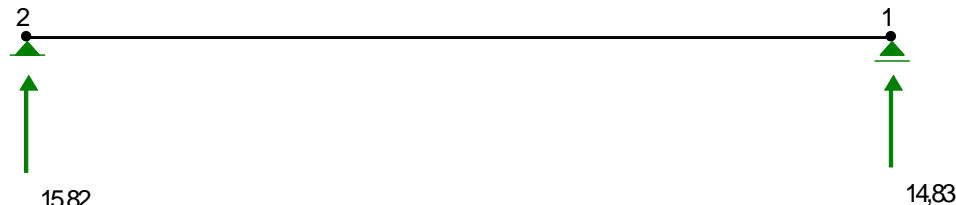
MOMENTY: A+B



TNĄCE:



REAKCJE PODPOROWE:



3. Wymiarowanie:

B-15 stal zbrojeniowa AI (St3S) $b=100\text{cm}$ $h=12\text{cm}$ $F_a \text{ oblicz} = 7.55\text{cm}^2$ – 10fi 10/mb – fi 10 co 10 – $F_a = 7.85\text{cm}^2$ fi 10 co 15cm – $F_a = 5.23\text{cm}^2$ **Odkrywka nr 1 –**

Rzeczywiste zbrojenie stropu Przyjmując 30% korozji zbrojenia

 $F_a \text{ rzeczywiste} = 5.23 - (0.3 \times 5.23) = 3.66\text{cm}^2$ **$F_a \text{ oblicz} 7.55 > F_{\text{rzecz}} 3.66\text{cm}^2$** **Wniosek:** Ponieważ w wykonanej odkrywce zbrojenie stropu jest mocno skorodowane, istniejące zbrojenie jest nie wystarczające do przeniesienia ciężaru własnego stropu + śnieg.

W obecnym stanie należy tymczasowo podeprzeć strop.

Niedopuszczalne jest obciążanie stropu dodatkowym obciążeniem zmiennym, oraz dociążanie stropu warstwą śniegu.

Wariant 2 – tylko obciążenie własne bez zmiennego:

1. Przyjęto do obliczeń:

1.1 same warstwy bez ciężaru stropu:

			warstwy	$g^k_1=2.10$ (3.30)	1.28	$g^d_1=2.70$ (4.30)
--	--	--	---------	---------------------	------	---------------------

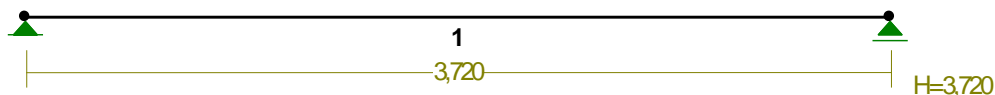
1.2 warstwy + ciężar stropu

			w-wy+strop	$g^k_2=5.10$ (6.30)	1,15	$g^d_2=6.00$ (7.60)
--	--	--	------------	---------------------	------	---------------------

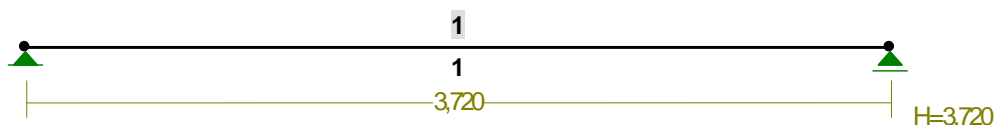
2. Schemat statyczny: $L_0=1.05 \times 3.55=3.72m$

NAZWA: CKP1_2

PRETY:



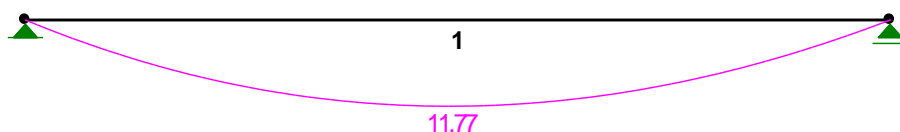
PRZEKROJE PRĘTÓW:



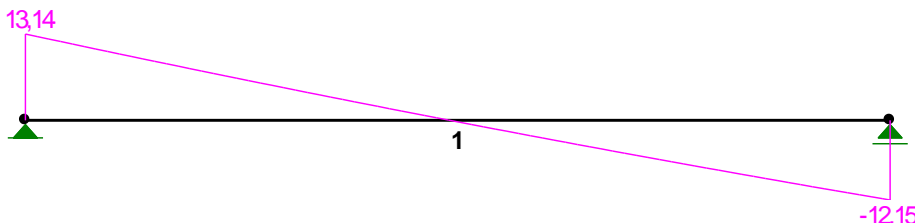
OBCIĄŻENIA:



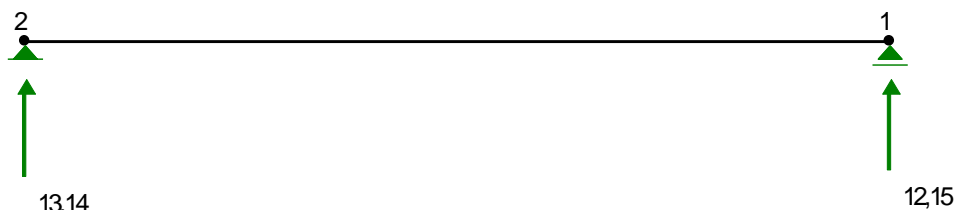
MOMENTY:



TNĄCE:



REAKCJE PODPOROWE:

3. Wymiarowanie: B-15 stal zbrojeniowa AI (St3S) $b=100cm$ $h=12cm$ F_a oblicz= $5.75cm^2$ – 8fi 10/mb – fi 10 co 12 – $F_a=6.34cm^2$ **Odkrywka nr 1 –**fi 10 co 15cm – $F_a=5.23cm^2$

Rzeczywiste zbrojenie stropu Przyjmując 30% korozji zbrojenia

 F_a rzeczywiste= $5.23-(0.3 \times 5.23)=3.66cm^2$ **Faoblicz 5.75>Frzecz3.66cm²****Wniosek:** Ponieważ w wykonanej odkrywce zbrojenie stropu jest mocno skorodowane, istniejące zbrojenie jest nie wystarczające do przeniesienia ciężaru własnego stropu.

W obecnym stanie należy tymczasowo podeprzeć strop.

Niedopuszczalne jest obciążanie stropu dodatkowym obciążeniem zmiennym, oraz dociążanie stropu warstwą śniegu.

CZ.III/3 STROPY – SPRAWDZENIE NOŚNOSCI W STANIE PO WYKONANIU WZMOCNIENIA**Wariant 3 –obciążenie własne + śnieg: + obc. zmienne**

1.Przyjęto do obliczeń:

1.1 same warstwy bez ciężaru stropu:

				warstwy	$g^k_1=2.10$ (3.30)	1.28	$g^d_1=3.,50$ (4.30)
--	--	--	--	---------	---------------------	------	----------------------

1.2 warstwy + ciężar stropu

				w-wy+strop	$g^k_2=5.10$ (6.30)	1,15	$g^d_2=6.80$ (7.60)
--	--	--	--	------------	---------------------	------	---------------------

1.3 śnieg

1	1.2 x0.8=0.96	0,96	[kN/m ²]	1.00	0,96	1.5	1,44
					$p^k_2=0,96$	1.5	$p^d_2=1,44$

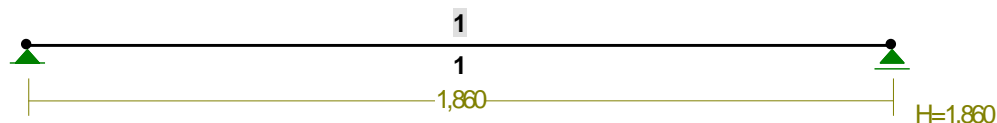
1.4 zmienne - taras

1	taras	2.00	[kN/m ²]	1.00	2.00	1.4	2.80
					$p^k_2=2,00$	1.4	$p^d_2=2.80$

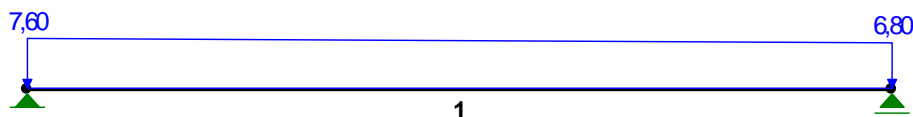
2. Schemat statyczny: L0=1.05 x 3.55/2=1.86m

NAZWA: CKP1_4

PRZEKROJE PRĘTÓW:



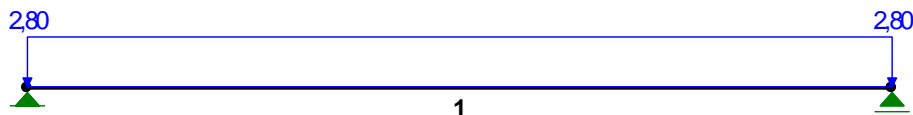
OBCIĄŻENIA: A-strop + warstwy



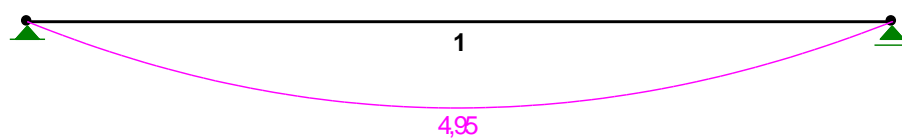
OBCIĄŻENIA: B-śnieg



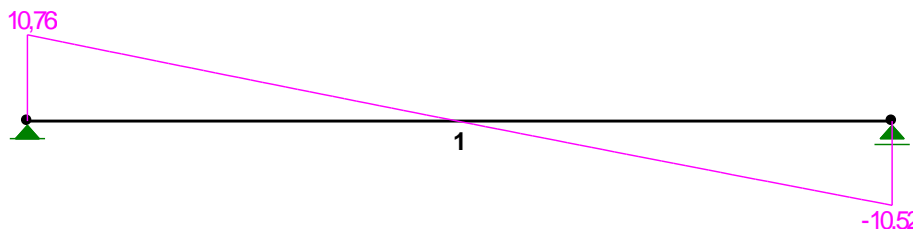
OBCIĄŻENIA: C- zmienne taras



MOMENTY: A+B+C



TNĄCE:



REAKCJE PODPOROWE:



3. Wymiarowanie: B-15 stal zbrojeniowa A1 (St3S) $b=100\text{cm}$ $h=12\text{cm}$

$F_a \text{ oblicz} = 2.46\text{cm}^2 - 3\text{fi } 10/\text{mb} -$ $- F_a = 2.36\text{cm}^2$

Odkrywka nr 1 – $\text{fi } 10 \text{ co } 15\text{cm} - F_a = 5.23\text{cm}^2$

Rzeczywiste zbrojenie stropu Przyjmując 30% korozji zbrojenia

$F_a \text{ rzeczywiste} = 5.23 - (0.3 \times 5.23) = 3.66\text{cm}^2$ **Fa oblicz 2.46 < Frzecz 3.66cm²**

Wniosek: Po wykonaniu podparcia płyty stropowej w połowie rozpiętości istniejące zbrojenie po wykonaniu jego zabezpieczenia (system naprawczy) istniejąca płyta nie będzie wymagała wzmocnienia.

CZ.III/4 STALOWA KONSTRUKCJA WZMACNIAJĄCA STROP

POZ.2-BELKI PODŁUŻNE

POZ.2.1 BELKA L=2.00m

1. Zestawienie obciążenia: $10.52 + 10.48 = 21.00 \text{ kN/mb}$

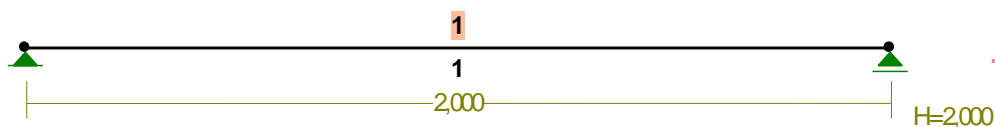
2. Schemat statyczny:

NAZWA: CKP2_1

WĘZŁY:

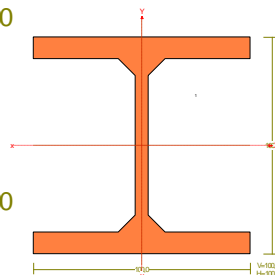


PRZEKROJE PRĘTÓW:

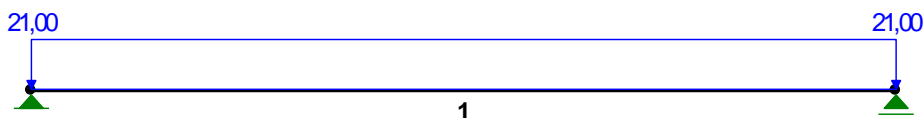


PRZEKRÓJ Nr: 1

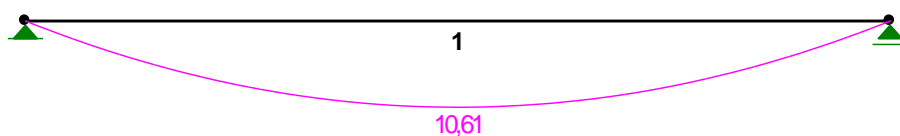
Nazwa: "I 100 HEB"



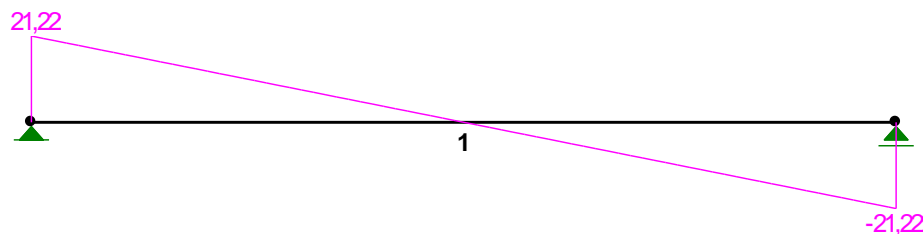
OBCIĄŻENIA:



MOMENTY:



TNĄCE:

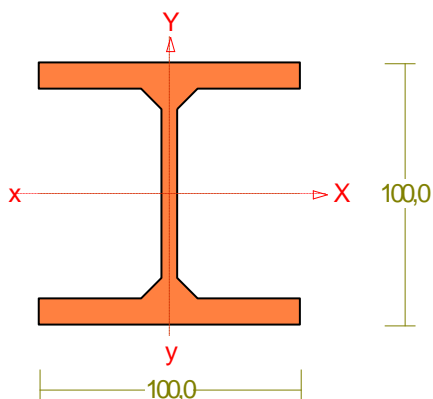


REAKCJE PODPOROWE:



WYMIAROWANIE: **Pręt nr 1** Zadanie: CKP2_1

Przekrój: I 100 HEB



Wymiary przekroju:

I 100 HEB $h=100,0$ $g=6,0$ $s=100,0$ $t=10,0$ $r=12,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

 $J_{xg}=450,0$ $J_{yg}=167,0$ $A=26,00$ $i_x=4,2$ $i_y=2,5$ $J_w=3375,0$ $J_t=8,8$ $i_s=4,9$.Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=10,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe: $x_a = 1,000$; $x_b = 1,000$.Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A** $M_x = -10,61$ kNm, $V_y = 0,00$ kN, $N = 0,00$ kN,Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 117,9$ MPa $\sigma_c = -117,9$ MPa.**Zwichrzenie:** Nie jest konieczne sprawdzenie zwichrzenia pręta.**Nośność przekroju na zginanie:**

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{10,61}{1,000 \times 19,35} = 0,548 < 1$$

Stan graniczny użytkowania: Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

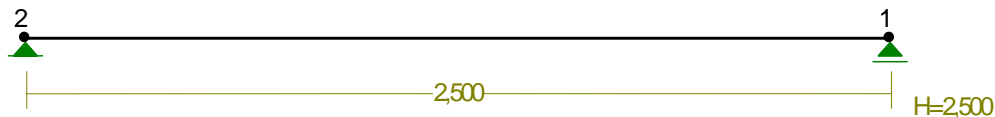
$$a_{\max} = 4,8 \text{ mm} \quad a_{gr} = l / 250 = 2000 / 250 = 8,0 \text{ mm} \quad a_{\max} = 4,8 < 8,0 = a_{gr}$$

POZ.2.2 BELKA L=2.50m1. Zestawienie obciążenia: $10.52+10.48=21.00$ kN/mb

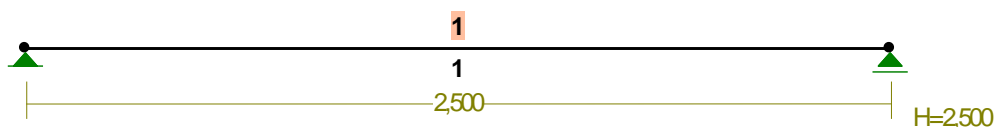
2. Schemat statyczny:

NAZWA: CKP2_2

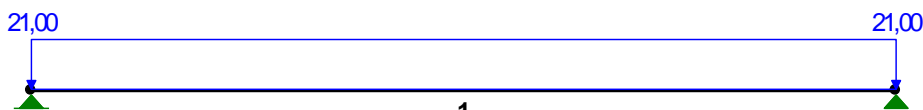
WĘZŁY:



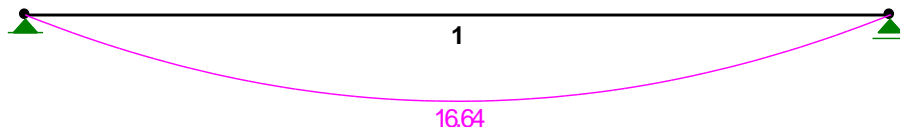
PRZEKROJE PRĘTÓW:



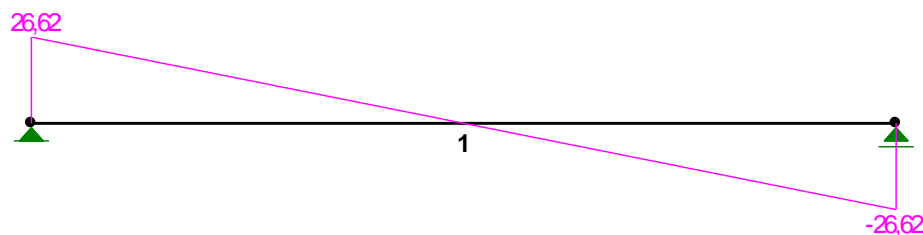
OBCIĄŻENIA:



MOMENTY:



TNĄCE:

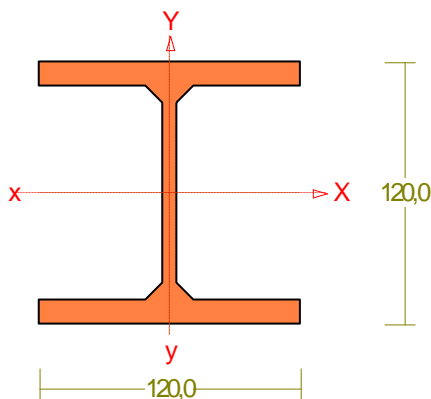


REAKCJE PODPOROWE:



WYMIAROWANIE: **Pręt nr 1**
Przekrój: I 120 HEB

Zadanie: CKP2_2



Wymiary przekroju:

I 120 HEB $h=120,0$ $g=6,5$ $s=120,0$ $t=11,0$ $r=12,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

 $J_{xg}=864,0$ $J_{yg}=318,0$ $A=34,00$ $i_x=5,0$ $i_y=3,1$ $J_w=9409,8$ $J_t=14,0$ $i_s=5,9$.Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=11,0$** . Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

 $x_a = 1,250$; $x_b = 1,250$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

 $M_x = -16,64$ kNm, **$V_y = -0,00$ kN**, **$N = 0,00$ kN**,

Naprężenia:

 $x_a = 1,250$; $x_b = 1,250$.Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 115,5$ MPa $\sigma_c = -115,5$ MPa.**Zwichrzenie:** Nie jest konieczne sprawdzenie zwichrzenia pręta.**Nośność przekroju na zginanie:** $x_a = 1,250$; $x_b = 1,250$.- względem osi X $M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 144,0 \times 215 \times 10^{-3} = 30,96$ kNmWspółczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{16,64}{1,000 \times 30,96} = 0,537 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 6,1 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 2500 / 250 = 10,0 \text{ mm}$$

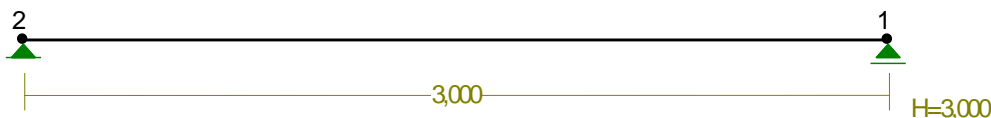
$$a_{\max} = 6,1 < 10,0 = a_{gr}$$

POZ.2.3; 2.4 BELKA L=3.00m1. Zestawienie obciążenia: $10.52+10.48=21.00$ kN/mb

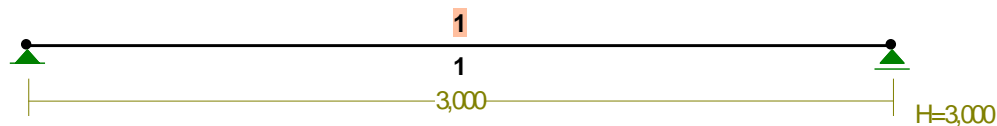
2. Schemat statyczny:

NAZWA: CKP2_3

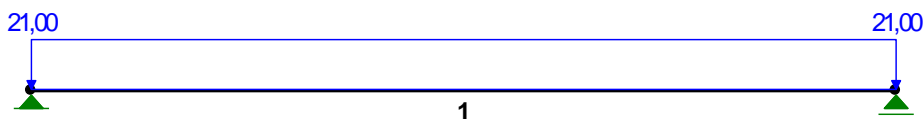
WĘZŁY:



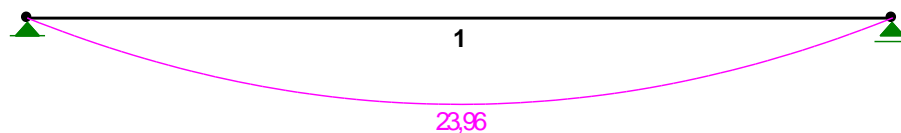
PRZEKROJE PRĘTÓW:



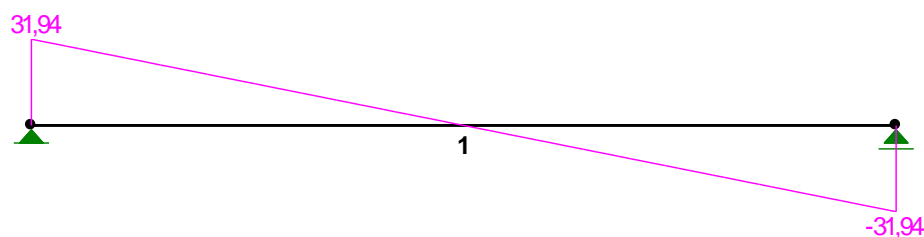
OBCIĄŻENIA:



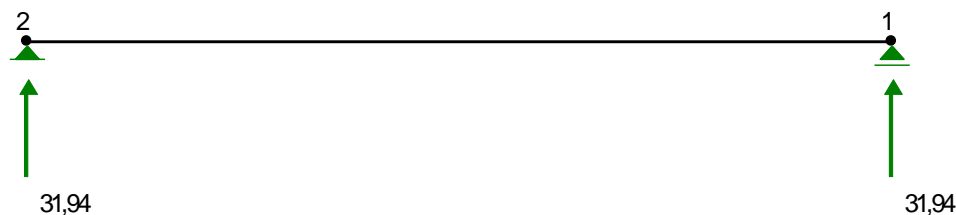
MOMENTY:



TNĄCE:

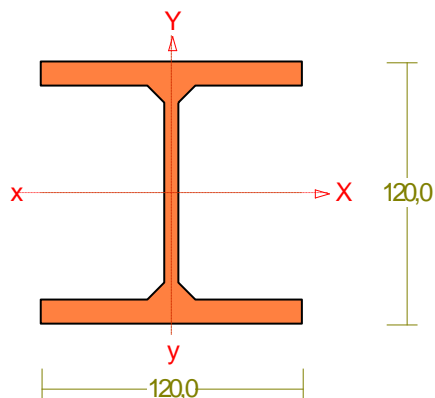


REAKCJE PODPOROWE:



WYMIAROWANIE: **Pręt nr 1** Zadanie: CKP2_3

Przekrój: I 120 HEB



Wymiary przekroju:

I 120 HEB $h=120,0$ $g=6,5$ $s=120,0$ $t=11,0$ $r=12,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=864,0$ $J_{yg}=318,0$ $A=34,00$ $i_x=5,0$ $i_y=3,1$ $J_w=9409,8$ $J_t=14,0$ $i_s=5,9$.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=11,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

$x_a = 1,500$; $x_b = 1,500$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

$M_x = -23,96$ kNm, $V_y = -0,00$ kN, $N = 0,00$ kN,

$a = 1,500$; $x_b = 1,500$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 166,4$ MPa $\sigma_c = -166,4$ MPa.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,500$; $x_b = 1,500$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 144,0 \times 215 \times 10^{-3} = 30,96 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{23,96}{1,000 \times 30,96} = 0,774 < 1$$

Stan graniczny użytkowania: Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 12,7 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3000 / 250 = 12,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 12,7 > 12,0 = a_{\text{gr}}$$

WNIOSEK : BELKI POZ.2.1;.2.2; 2.3; 2.4 – PRZYJMUJEMY HEB 120**POZ.1-BELKI POPRZECZNE****POZ.1.1 BELKA $L_0=1.05 \times 3.55=3.72\text{m}$**

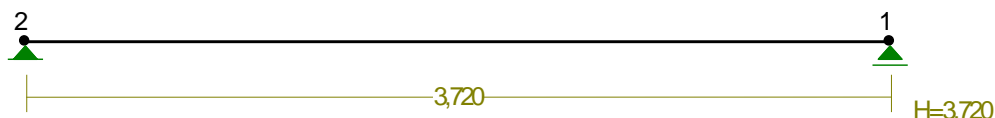
1. Zestawienie obciążenia: reakcja z belki Poz 2.4

$P_{2.4} = 31.94 \text{ kN}$

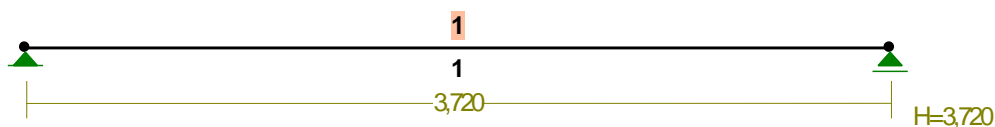
2. Schemat statyczny:

NAZWA: CKP3_1

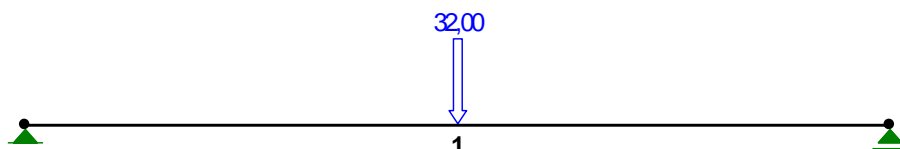
WĘZŁY:



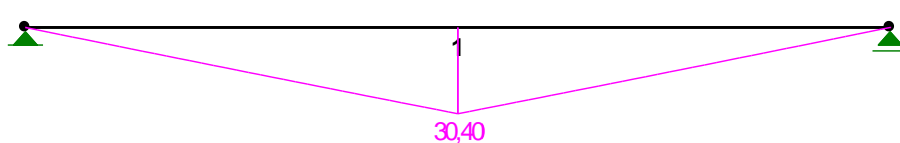
PRZEKROJE PRĘTÓW:



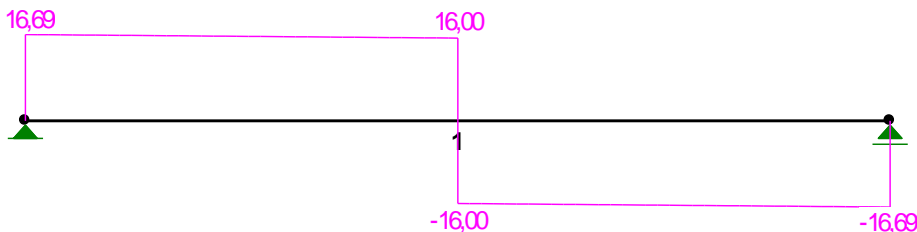
OBCIĄŻENIA:



MOMENTY:



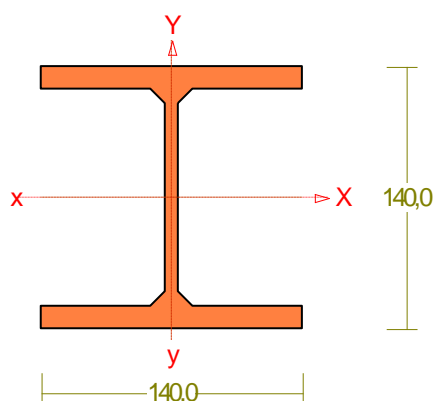
TNĄCE:



REAKCJE PODPOROWE:

WYMIAROWANIE: **Pręt nr 1** Zadanie: CKP3_1

Przekrój: I 140 HEB



Wymiary przekroju:

I 140 HEB $h=140,0$ $g=7,0$ $s=140,0$ $t=12,0$ $r=12,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

 $J_{xg}=1510,0$ $J_{yg}=550,0$ $A=43,00$ $i_x=5,9$ $i_y=3,6$ $J_w=22478,8$ $J_t=21,1$ $i_s=6,9$.Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=12,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

 $x_a = 1,860$; $x_b = 1,860$.Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A** **$M_x = -30,40$ kNm, $V_y = 16,00$ kN, $N = 0,00$ kN,**Naprężenia: $x_a = 1,860$; $x_b = 1,860$.Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 140,9$ MPa $\sigma_c = -140,9$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = 0,0$ $\Delta\sigma = 140,9$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$ - ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 9,80$ cm² $\tau = 16,3$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$ **Zwichrzenie:** Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem: $\bar{\lambda}_L = 0$.**Nośność przekroju na zginanie:** $x_a = 1,860$; $x_b = 1,860$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 215,7 \times 215 \times 10^{-3} = 46,38 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{30,40}{1,000 \times 46,38} = 0,656 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 11,4 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 3720 / 250 = 14,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 11,4 < 14,9 = a_{gr}$$

WNIOSEK : BELKI POZ.1.1 - HEB 140

POZ.1.2 BELKA $L_0=1.05 \times 3.55=3.72\text{m}$

1. Zestawienie obciążenia:

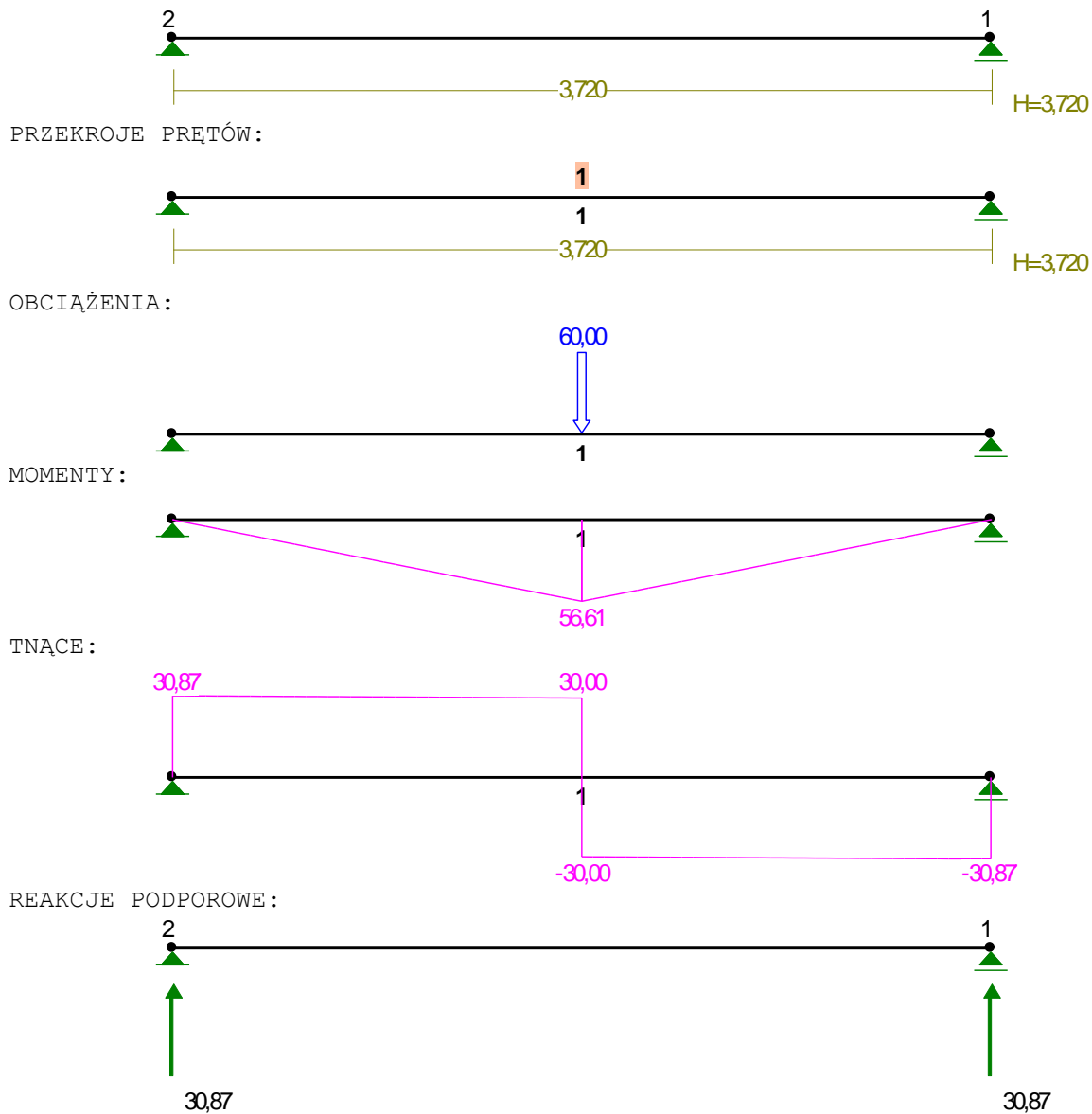
reakcja z belki Poz 2.3	P _{2.3}	= 31.94 kN
reakcja z belki Poz 2.2	P _{2.2}	= 26.62 kN

Razem $P_{2.3+2.2} = 58.56 \text{ kN}$

2. Schemat statyczny:

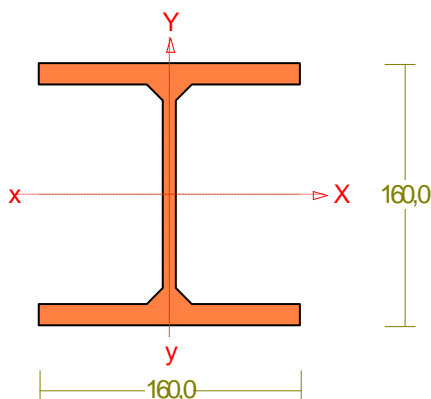
NAZWA: CKP3 2

WEZŁY:



WYMIAROWANIE: **Pręt nr 1** Zadanie: CKP3_2

Przekrój: I 160 HEB



Wymiary przekroju:

I 160 HEB $h=160,0$ $g=8,0$ $s=160,0$ $t=13,0$ $r=15,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

 $J_{xg}=2490,0$ $J_{yg}=889,0$ $A=54,30$ $i_x=6,8$ $i_y=4,0$ $J_w=47943,2$ $J_t=31,1$ $i_s=7,9$.Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=13,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe: $x_a = 1,860$; $x_b = 1,860$.Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A** **$M_x = -56,61$ kNm, $V_y = -30,00$ kN, $N = 0,00$ kN,** $x_a = 1,860$; $x_b = 1,860$.Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 181,9$ MPa $\sigma_c = -181,9$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = 0,0$ $\Delta\sigma = 181,9$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$ - ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 12,80$ cm² $\tau = 23,4$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$ **Zwichrzenie:** Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem: $\bar{\lambda}_L = 0$.**Nośność przekroju na zginanie:** $x_a = 1,860$; $x_b = 1,860$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 311,3 \times 215 \times 10^{-3} = 66,92 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{56,61}{1,000 \times 66,92} = 0,846 < 1$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna: $x_a = 1,860$; $x_b = 1,860$.- dla zginania względem osi X: $V_y = 30,00 < 95,77 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 66,92 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R,V}} = \frac{56,61}{66,92} = 0,846 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 12,8 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 3720 / 250 = 14,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 12,8 < 14,9 = a_{gr}$$

WNIOSEK :	BELKI POZ.1.1	– PRZYJMujemy HEB 140
	BELKI POZ. 1.2;	– PRZYJMujemy HEB 160